

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS

Número 2

Julio 1983

SUMARIO

DABRIO C. J. y FERNANDEZ J.	<u>Página</u>
Génesis y evolución de barras conglomeráticas en un río de baja sinuosidad (Depresión de Granada, España).....	3
 ZAZO C., GOY J. R. y DABRIO C. J.	
Medios marinos y marinos-salobres en la Bahía de Cádiz durante el Pleistoceno	29
 RODRIGUEZ ESTRELLA T.	
Criterios hidrogeológicos aplicables al estudio de la Neotectónica en el Sureste español	53
 AUERNHEIMER C.	
El Mioceno medio de Elda-Petrel. (I) Petrología.	67
 AUERNHEIMER C.	
El Mioceno medio de Elda-Petrel. (II) Geoquímica	105

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS

Número 2

Julio 1983



SUMARIO

DABRIO C. J. y FERNANDEZ J.	<u>Página</u>
Génesis y evolución de barras conglomeráticas en un río de baja sinuosidad (Depresión de Granada, España)	3
 ZAZO C., GOY J. R. y DABRIO C. J.	
Medios marinos y marinos-salobres en la Bahía de Cádiz durante el Pleistoceno	29
 RODRIGUEZ ESTRELLA T.	
Criterios hidrogeológicos aplicables al estudio de la Neotectónica en el Sureste español	53
 AUERNHEIMER C.	
El Mioceno medio de Elda-Petrel. (I) Petrología.	67
 AUERNHEIMER C.	
El Mioceno medio de Elda-Petrel. (II) Geoquímica	105

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA — FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

SERIE DE ESTUDIOS GEOLOGICOS

Mediterránea Ser. Geol.

Julio 1983

ANEJO DE LOS ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Redacción: C. AUERNHEIMER; J. A. PINA

EDITA: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante

Depósito Legal A - 927 - 1983

Composición e Impresión:

Coop. A. G. GUTENBERG

Río Turia, 11 - Telf. 28 34 36 y 28 69 99

ALICANTE

Correspondencia: Departamento de Geología

Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante

Teléfono 66 11 50. Extensión 23

Apartado 99 ALICANTE

**PUBLICACION PATROCINADA POR
LA CAJA DE AHORROS PROVINCIAL
DE ALICANTE**

CRITERIOS HIDROGEOLÓGICOS APLICABLES AL ESTUDIO DE LA NEOTECTÓNICA EN EL SURESTE ESPAÑOL *

Tomás Rodríguez Estrella **



RESUMEN

El estudio de la Neotectónica ha de abordarse, necesariamente, desde diferentes campos de investigación. En este trabajo el autor pone de manifiesto que la aplicación de ciertos criterios hidrogeológicos, como piezometría, hidrotermalismo, hidroquímica, etc., contribuye decisivamente al conocimiento de las estructuras recientes en una región como la del Sureste español, que está afectada por la Neotectónica.

ABSTRACT

Recent tectonic must be studied from different sources of data. Hidrologic criteria such as hydrothermalism, hydrochemicals and piezometric levels contributed to the knowledge of recent structures in Southeast Spain.

INTRODUCCIÓN

Antes de entrar en el tema, quiero dejar bien claro que ninguno de estos criterios pone en evidencia, por sí solo, las estructuras recientes; es necesario, para llegar a un dictamen final apreciable, apoyarse además en otras disciplinas como son: Geología, Geofísica, Geomorfología o incluso Arqueología.

Las experiencias que se señalan aquí han sido fruto de las investigaciones llevadas a cabo por el autor, desde el año 1969, dentro de diversos estudios hidrogeológicos en el Sureste español, que ha realizado o realiza el Instituto Geológico y Minero de España, en los que la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A. (ENADIMSA), ha sido la colaboradora de los mismos.

Esta nota es en cierto modo continuación de la «Contribución de la Hidrogeología al conocimiento tectónico en el Sureste Español», que

(*) Trabajo presentado al III Seminario de Neotectónica. Madrid 1981.

(**) ENADIMSA.

presentó el autor en 1979 en Pamplona al II Simposio Nacional de Hidrogeología. Todos los criterios allí mencionados para la deducción de estructuras en general pueden resultar también válidos para el caso de las estructuras de formación reciente; sin embargo, aquí sólo expondremos aquellos razonamientos hidrogeológicos que específicamente pongan de manifiesto la existencia de una Neotectónica.

SALTOS PIEZOMÉTRICOS ENTRE PUNTOS DE AGUA PRÓXIMOS QUE CAPTAN FORMACIONES RECIENTES

La piezometría es clave para la detección de ciertas estructuras recientes, que por afectar a rellenos discordantes y poseer deficientes condiciones de observación (vegetación, poblaciones, etc.) no pueden ser interpretados con claridad y por consiguiente se desconocen.

Cuando se observa un salto piezométrico importante entre dos puntos de agua próximos entre sí, emboquillados en un mismo acuífero y con una profundidad similar, existe necesariamente entre ellos un accidente tectónico que los independiza. En el caso de que se conozca, al menos, la columna litológica de una de estas dos captaciones y ésta sea de un material reciente, se puede asegurar que estamos ante un accidente neotectónico.

Ejemplo n.º 1: Falla en el pie de monte del SW de la Sierra de Carrascoy (Murcia):

En la terminación suroccidental de la Sierra de Carrascoy (Murcia) existe una falla normal de dirección NW-SE (casi N-S) que pone en contacto los materiales detríticos del Tortoniense con los margosos del Andaluciense, en su traza meridional; esta falla se aprecia en cartografía que se interna debajo de un pie de monte constituido por conglomerados, brechas y margas atribuibles al Plio-Cuaternario, que reposa discordante sobre los terrenos terciarios, sin que se sepa exactamente por donde continúa la falla y si afecta o no a los materiales de relleno.

A un lado y otro de la supuesta falla existen numerosos sondeos emboquillados en Plio-Cuaternario y sorprendió desde un principio observar que los sondeos del lado oriental (zona A) presentan un nivel piezométrico diferente y concretamente unos 55 m. más alto que los del lado occidental (zona B); los sondeos presentan todos una profundidad aproximada de 100 a 150 m. y el salto piezométrico se realiza en una

distancia de 400 m. y de sólo 200 m. si se considera la distancia perpendicularmente al cerro. Analizando las columnas de los sondeos se vio que presentaban las siguientes características:

ZONA	N.º IRH Sondeo	Prof. Obra (m)	Nivel Piez. (m. s. n. m.)	Columna Litológica
A	954/108	103	171	0-1 m Conglomerados P-Q. 1-103 m Dolomías negruzcas. TRIAS
	954/110	129	169	0-4 m Conglomerados y brechas. P-Q. 4-129 m Dolomías negruzcas. TRIAS
B	954/114	113	117	0-30 m Conglomerados. 30-34 m Arcillas. 34-39 m Conglomerados. 39-46 m Arcillas. 46-90 m Conglomerados con arcillas rojas. 90-113 m Conglomerados P-Q
	954/115	120	115	Similar al 954/114. P-Q.

Como se ve en el lado oriental el P-Q es muy poco potente, inferior a 10 m y los sondeos se internan luego en las dolomías del Trías, mientras que en el lado occidental existe un potente relleno de Plio-Cuaternario que con 120 m. de profundidad los sondeos no llegan a atravesarlo completamente. Este hecho se interpreta porque entre las zonas A y B existe una falla probablemente antigua (terciaria) que ha sido reactivada en el Plio-Cuaternario. El cambio de potencia de los materiales de relleno no puede ser debido sólo a erosión, pues éste se produce en poco espacio; así se aprecia que desde el Cerro hasta la falla el aumento del P-Q es lento (1 m. en el 108 y 4 m. en el 110., lo que equivale a una pendiente erosiva de un 20%) y después de ella brusco (en el caso de no considerar la falla la pendiente de erosión entre el 110 y 114 sería > del 30%, valor que es muy superior al observado entre los 108 y 110).

Asimismo cabría pensar que la diferencia entre los niveles piezométricos correspondientes a los sondeos 110 y 114 podría explicarse por la existencia de un gradiente muy fuerte, que en este caso tendría que ser del 10% (valor excepcionalmente alto). Sin embargo, esto no es po-

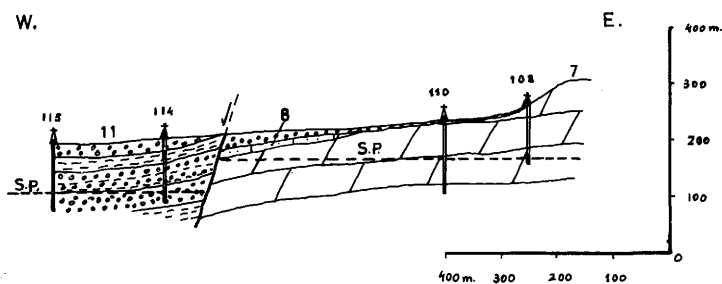
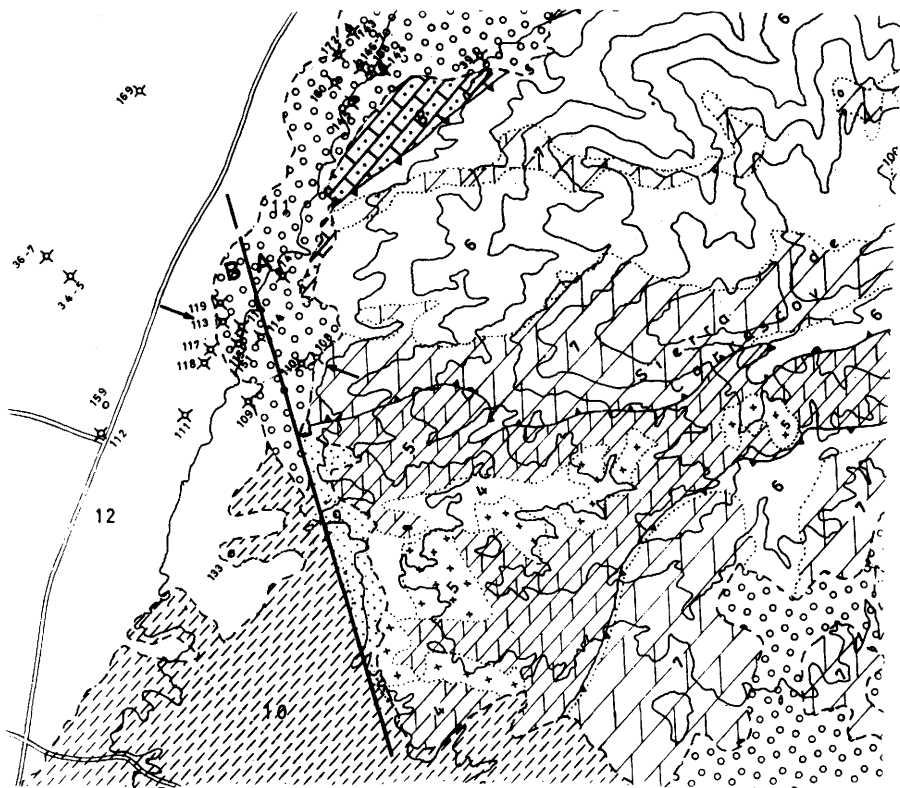


Fig. 1.—Falla en el pie de monte del SW de la Sierra de Carrascoy. 4 = Pérmico. 5 = Triásico (unidad Romero). 6 = Pérmico. 7 = Triásico (unidad de Carrascoy). 8 y 9 = Tortonense. 10 = Andaluciense. 11 = Plioc. Cuaternario. 12 = Cuaternario. S. P. = Superficie Piezométrica.

sible porque tanto en la zona A (sondeos 108 y 110) como en la B (sondeos 114 y 115) el gradiente es constante y del orden del 10‰. Este valor está de acuerdo con las altas transmisividades registradas en los sondeos que captan el pie de monte.

Como se ve el argumento piezométrico, junto a otros mencionados ha contribuido de una manera decisiva a la detección de una falla de acción reciente; además de ello se ha podido definir su traza gracias a que en un caso como éste se dispone de cierto número de puntos de agua y de sus características hidrogeológicas.

PUNTOS DE AGUA CALIENTES EN FORMACIONES NEOTECTÓNICAS

La presencia de puntos de agua calientes en el Sureste Español nos evidencia, la mayoría de las veces, la existencia de fallas profundas. Muchas de estas grandes fallas han sido removidas hace poco tiempo (o lo están haciendo incluso ahora) y han afectado a los materiales recientes.

El agua de los acuíferos profundos se encuentra caliente debido, sencillamente al grado geotérmico; si este agua encuentra una vía de salida rápida, tal como una falla, sale a la superficie a alta temperatura. En el Sureste español hay que considerar, además, que existen zonas con anomalías geotérmicas, tales como el Campo de Cartagena o Zona de Mula, ligadas también a fallas profundas.

Estas fallas a veces se observan perfectamente sobre el terreno, como la del Guadalentín (Murcia), que afectan al Cuaternario por lo que la existencia de puntos de agua termales en su traza, como la fuente de Alhama, tan sólo nos evidencian la profundidad de las mismas. En cambio, otras no se observan en superficie por estar «fossilizadas» por materiales recientes de relleno, por lo que en estos casos, si se ve una alineación de puntos de agua termales sobre terrenos recientes, es prueba de que existe una falla profunda que ha actuado recientemente y que muchas veces coincide su traza con la línea que une estos puntos calientes. Éste es el caso de la falla de Fortuna-Mula (Murcia) que en Fortuna afecta a materiales del Plio-Cuaternario.

Naturalmente estas grandes fallas vienen, además, acompañadas de epicentros sísmicos en sus trazas, rocas volcánicas extrusivas, etc.

FUERTES VARIACIONES DE SALINIDAD EN UN ALUVIAL

Es cierto que la litología de los aluviones es heterogénea, pero muchas veces es porque una falla cohetánea condiciona el depósito.

La hidroquímica, al igual que la piezometría, contribuye decisivamente a la resolución de problemas tectónicos. Mediante el análisis químico del agua se puede determinar la naturaleza tectónica de un afloramiento triásico o deducir la existencia de fallas afinando, muchas veces, la traza de las mismas cuando se dispone de un elevado número de análisis de muestras. Para dar una idea de la gran importancia que tiene la hidroquímica he de decir, por último, que gracias a ella he llegado a detectar fallas recientes dentro de un aluvial que de otra manera hubiese sido casi imposible poner de manifiesto, si se exceptúan los métodos geofísicos.

El parámetro en que me he basado es el de la salinidad total, que como se sabe es directamente proporcional a la conductividad y por tanto inversa a la resistividad. A mayor contenido en salinidad le corresponde menor resistividad y viceversa. Esto se puede comprobar viendo como un acuífero de conglomerados, por ejemplo, que tiene un valor de resistividad alto, presentan a la vez una buena calidad de sus aguas, al contener poca salinidad.

Ejemplo n.º 2.—Neotectónica en el aluvial de la Vega Baja del Segura (Alicante).

Voy a referirme a un caso muy particular de tectónica reciente registrado en la Vega Baja del Segura (provincia de Alicante) en los terrenos aluviales correspondiente al Cuaternario reciente y que ha sido deducido por hidroquímica.

En dicho sector Thauvin (1974) puso en evidencia la existencia de un manto salino «típico de la interfase entre aguas dulces y marinas y en el que la proporción de estas últimas aumentaba hacia el N y NE, por una parte, y con la profundidad por otra». Este mismo autor demostró, mediante la utilización de la fórmula de Todd, que en este caso concreto la intrusión del mar sólo debería ejercer su influencia hasta una distancia máxima de 2,5 km.; sin embargo la realidad era que esta influencia se observaba hasta 23 km. del mar (esto es, unas diez veces más que la teórica calculada) por lo que se dedujo que no se podía tra-



tar de una invasión marina actual, sino más bien la zona en cuestión «había sido sede de una transgresión marina durante el Cuaternario y que, como consecuencia de ello, se había quedado allí el agua salada más o menos mezclada con agua dulce».

Hasta aquí los resultados a los que llegó Thauvin (1974) en esta zona mediante la utilización de la hidroquímica. Posteriormente, y tratando de continuar los trabajos que había iniciado este insigne investigador, Rodríguez Estrella (1979) intentó realizar un mapa de isosalinidad total en el acuífero freático (pues él sólo lo tenía hecho del acuífero profundo, en donde los datos eran muy escasos), y cual fue la sorpresa al comprobar que ésto no era posible si no se trazaba unas líneas de falla, pues se observaba con frecuencia que existían puntos de agua, muy próximos entre sí, en donde se registraban «grandes saltos» en el contenido de residuo seco por un lado, y por otro que estas anomalías estaban alineadas; así fue como se detectó la existencia de fallas recientes en un aluvial de limos y arenas, cuyo espesor es de 10 a 20 m.

Independientemente a estos trabajos, los franceses Echalié y alt. (1978) realizaron una campaña de sondeos eléctricos en esta zona y pusieron de manifiesto, asimismo, la presencia de estas fallas, sobre todo en el sector de más al N al estudiado por nosotros, comprendido entre Callosa y La Laguna de Santa Pola, pasando por la Laguna del Hondo.

Muchas de las fallas deducidas por los franceses, mediante Geofísica en el sector N, tienen su continuidad hacia el S en las interpretadas por el autor mediante hidroquímica. Así, por ejemplo, la falla de dirección NW-SE que pasa inmediatamente a E de Callosa de Segura, Se continúa hacia el S hasta Benejúzar; otra falla de esta misma dirección que pasa por Catral, se continúa hacia el Sur pasando inmediatamente al E de Almoradí; por último la falla de igual dirección que pasaría inmediatamente al E de Dolores (pues estos autores la interrumpen poco más al N de dicho pueblo) continúa hacia el S hasta Rojales.

Además de estas fallas de dirección NW-SE, existen otras de dirección NE-SW (casi E-W) y que coinciden aproximadamente con el trazado que dan los referidos autores. Estas son, por ejemplo, la situada al N de Almoradí o algunas de las fallas que condicionan la dirección del cauce del río Segura.

Resulta evidente que para que se pudieran registrar estos saltos en

Resulta evidente que para que se pudieran registrar estos saltos en el contenido de salinidad total o en el de resistividad (dentro del acuífero aluvial) motivados por la acción de fallas, éstas tuvieron que ser sincrónicas con la «colocación» del manto salino. Según Echalié y alt. (1978), el acuífero aluvial presenta una antigüedad no superior a los 4.700 años \pm 110, por lo que está claro que estamos ante un caso de tectónica reciente que, como vemos, ha podido ser detectada por criterios hidroquímicos.

Un caso similar al de la Vega Baja del Segura lo constituye la Vega Alta del mismo río. En ella López Bermudez y Rodríguez Estrella (inédito) han detectado una tectónica reciente que ha condicionado la morfología actual del río, mediante fallas y que ha podido ser datada por restos arqueológicos y comprobada por geofísica y numerosos sondeos realizados por el Estudio Hidrogeológico del Bajo Segura (IGME-IRYDA, 1978).

CAUDALES ANÓMALAMENTE ELEVADOS EN LOS COLUVIONES

Dentro de los aluviones podemos distinguir a los pie de monte y a los conos de deyección; en este apartado nos vamos a referir exclusivamente a los pie de monte, si bien la génesis y litología de unos y otros es muy similar.

En los pie de monte, de montañas no muy elevadas, se pueden dar bien conglomerados y brechas no consolidadas o bien caliches y costras de exhudación muy bien cementadas. En el primer caso, si el tamaño de los cantos está bien clasificado y si no existen muchas arcillas, constituyen un buen acuífero del que se pueden extraer caudales superiores a los 35 l/s., como en el caso de uno de los sondeos del pie de monte del SW de la Sierra de Carrascoy, que hemos mencionado con anterioridad; es decir, en los pie de monte con gran porosidad primaria, no extraña encontrar puntos de agua con caudales importantes, si estos presentan un gran espesor provocado por una falla. Sin embargo en el caso de los caliches y costras de exhudación, sorprende observar que puedan existir captaciones que extraigan caudales puntuales de hasta 100 l/s., sobre todo si se tiene en cuenta el alto grado de cementación que presentan. Este último caso sólo es posible si admitimos que existen fracturas en estos materiales recientes que han facilitado la karstificación

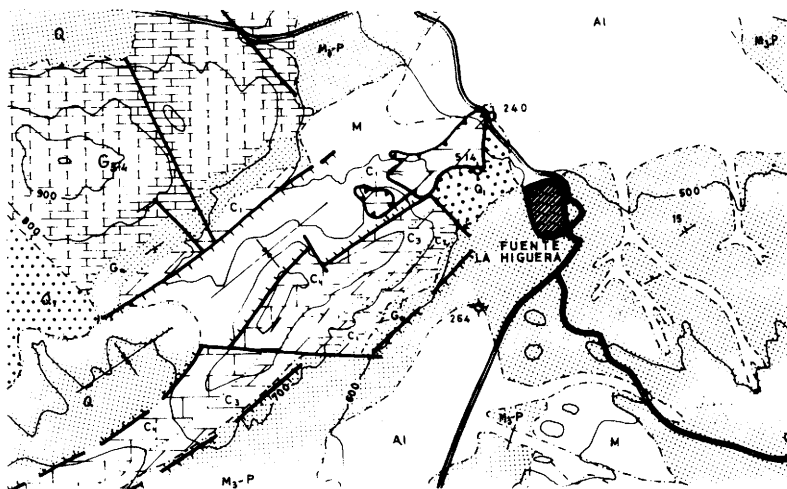
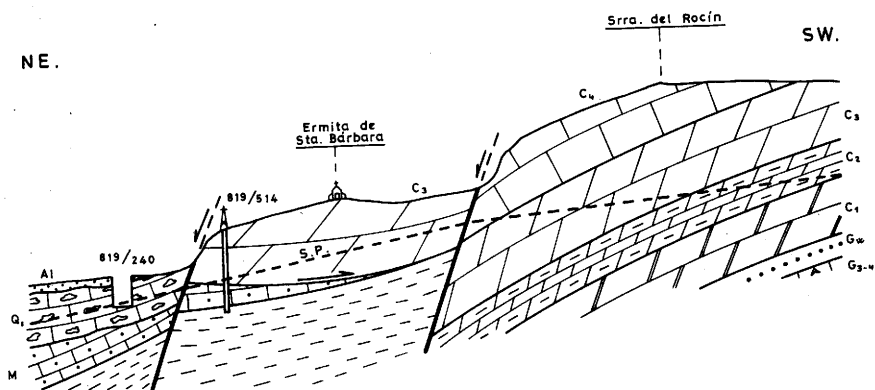


Fig. 2.—Neokarst en el caliche cuaternario del NE de la Sierra del Rocín (Fuente Higuera). G₃₋₄ = Apt.-Alb. G_w = Albiense. C₁ = Cenoman. inf.-med. C₂ = Cenoman. sup. C₃ = Turon. C₄ Senon. M = Mioceno. M_{3-P} = Mioc. sup. - Plioc. Q₁ = Cuat. ant. Al = Aluvial. S. P. = Superficie piezométrica.

y el paso preferencial del agua subterránea; este es el caso que mencionaremos a continuación.



Ejemplo n.º 3.—Neokarst en el caliche cuaternario del NE de la Sierra del Rocín (Fuente Higuera):

En el extremo NE de la Sierra del Rocín (Fuente Higuera): está el pozo de la Vegueta (812/240). Este pozo, que está acondicionado por medio de galerías que facilitan el acceso hasta el fondo del mismo, capta unas costras calcáreas y caliches del Cuaternario y en él se extraen caudales puntuales de hasta 100 l/s; el agua sale de unas fracturas de dirección E-W que se dirigen hacia la Sierra del Rocín y en ellas puede observarse un elevado grado de karstificación que lógicamente es de edad cuaternaria y está ligada probablemente a la neotectónica motivada por el diapirismo de Sierra Grossa. Estas fracturas forman 60° con otras de dirección N 30 W que están secas.

En el Cerro de la Ermita de Santa Bárbara el MOPU ha realizado recientemente un sondeo de pequeño diámetro, para abastecimiento al pueblo de Fuente Higuera y el agua presenta un nivel piezométrico de 463 m.s.n.m. mientras que en el pozo de la Vegueta el nivel es de 453 m.s.n.m. Las dolomías de este cerro están en contacto por falla normal con las costras y caliches cuaternarios, por un lado y por otro con las calizas de la Sierra del Rocín; esta falla ha sido constatada también por Dumas (1977).

El esquema hidrodinámico que se piensa existe en la Sierra del Rocín es el de que el agua de dicha Sierra drena a las dolomías del Cerro de la Ermita de Santa Bárbara que están cabalgadas y éstas a su vez a las costras y caliches cuaternarios existentes en el pozo de la Vegueta.

INTERRUPCIONES BRUSCAS Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS CURVAS DE ISOPROFUNDIDADES EN UN ACUÍFERO ALUVIAL

Ejemplo n.º 4. Mapa de isopropundidades del acuífero superficial de las Vegas Media y Baja del Segura.

La profundidad del nivel de agua en un acuífero aluvial viene condicionada, casi exclusivamente, por la topografía, en el sentido de que aumenta hacia los relieves adyacentes y disminuye hacia el cauce del río.

VEGAS MEDIA Y BAJA DEL SEGURA **ACUIFERO SUPERFICIAL**

ISOPROFUNDIDADES DEL AGUA - INVIERNO 1.972 - 73



Fig. 4

Así por ejemplo en el acuífero aluvial del río Segura, en la figura 4 se puede apreciar que el agua se encuentra en casi la totalidad del valle, a menos de 2 m. de profundidad; mientras que las mayores profundidades, de 2 a 5 m., aparecen en los bordes. Sin embargo y con mayor observación, se aprecia que a lo largo del curso del Segura y según un fenómeno clásico en este tipo de valles, el río ha depositado más aluviones en las inmediaciones de su cauce, lo que provoca una especie de «umbral topográfico» sobre el cual discurre el río, dando como resultado que el nivel piezométrico es más profundo en las proximidades del cauce que en otras más alejadas de él. Esta zona más elevada que aparece ligada al río, en el tramo de Murcia a Orihuela, se interrumpe en esta población para aparecer de nuevo en Benejúzar, como consecuencia de una falla de desgarre dextrógira que condiciona el trazado del río y que pasaría aproximadamente por Benejúzar-Orihuela. Este mismo hecho sucede aguas abajo, al trasladar el «umbral topográfico» desde la altura de Almoradí hasta próximo Rojales.

Naturalmente, de todo esto se deduce, que la creación de estas fallas de desgarre son muy recientes, tanto que han afectado a materiales tan actuales como los depositados en las inmediaciones del cauce del río y los ha desplazado, en ocasiones, hasta 5 km.

BIBLIOGRAFÍA

- ECHALIER, J. C.; GAUYAU, F.; LACHAUD, J. C. et TALON B. (1978). Première mise en évidence par sondages électriques d'accidents affectant les terrains quaternaires récents dans la province d'Alicante (Espagne). *C. R. Acad. Sc. París*. T. 286, série D. pag. 1.120-1.131.
- ENADIMSA (1976). *Investigación de Recursos geotérmicos de la España peninsular*. Inédito.
- DUMAS, B. (1977). *Le Levant Espagnol. La genese du relief*. Tesis doctoral. Univ. Sorbona. París.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (Inédito). Estudio neotectónico de la Vega Alta del Segura.

- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1978). *Geología e Hidrología del sector Alcaraz-Liétor-Yeste (Prov. de Albacete). Síntesis Geológica de la Zona Prebética*. Tesis Doctoral. Univ. de Granada. 758 pp.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1979). Contribución de la Hidrogeología al conocimiento tectónico en el Sureste Español. *II Simp. Nac. de Hidrología*. Pamplona.
- THAUVIN, J. P. (1974). Contaminación marina fósil en la Vega Baja del Valle del Segura. *Doc. de Inv. Hidrol.* n.º 16, pp. 327-341. San Sebastián.